

TARTU ÜLIKOOL
Kehakultuuriteaduskond
Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Liisi Sokman

**Jõu ja vastupidavuse paralleelse arendamise efektiivsus
töövõime arengust lähtudes**

Magistritöö
füsioteraapia õppekava

Juhendaja: PhD. P. Kaasik

Tartu 2012

SISUKORD

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS.....	4
1. KORVPALLI ISELOOMUSTUS.....	5
1.1. Korvpallurile vajalikud kehalised võimed	7
1.2. Treeningute periodiseerimine korvpallis.....	11
1.2.1. Ettevalmistusperiood.....	11
1.2.2. Võistlusperiood	12
1.2.3. Üleminekuperiood.....	13
2. VASTUPIDAVUSTREENING JA SELLE MÕJU ORGANISMILE	13
3. JÕUTREENING JA SELLE MÕJU ORGANISMILE.....	16
4. TÖÖ EESMÄRK.....	19
5. TÖÖ METOODIKA	20
5.1. Uuringus osalejad.....	20
5.2. Uuringu korraldus	20
5.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised	20
5.2.2. Funktsionaalsed testid	21
5.2.3. Füsioloogiliste parameetrite määramine	22
5.2.4. Treeningprogramm.....	23
5.2.5. Statistiline andmetöötlus	25
6. TÖÖ TULEMUSED	26
6.1. Paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju saavutusvõimet kajastavatele parameetritele	26
6.2. Paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju valguainevahetust mõjutavatele parameetritele	29
7. TULEMUSTE ARUTELU	32
8. JÄRELDUSED.....	36
KASUTATUD KIRJANDUS	37
SUMMARY	42

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

1. AMPK - adenosiinmonofosfaadi aktiveeritud proteiinkinaas, ingl. keeles *adenosinemonofosphate activated proteine kinase*
2. ATP – adenosintrifosfaat
3. BP – siduv valk, ingl. keeles *binding proteine*
4. EMG - elektromüograafia
5. FIBA – *Federation Internationale de Basketball*
6. IGF-1 – insuliini-sarnane kasvufaktor 1, ingl. keeles *insulin like growth factor 1*
7. KM – kordusmaksimum
8. mTOR – ingl. keeles *mammalian target of rapamycin*
9. NBA – ingl. keeles *National Basketball Association*
10. RNA – ribonukleiinhape
11. SLS – südame löögisagedus
12. VO2max – maksimaalse hapnikutarbimise näitaja

SISSEJUHATUS

Korvpall on maailmas üks populaarsemaid sportmänge. Aastal 2000. tehti korvpallireeglistikus mitmeid uuendusi, mis muudavad selle pallimängu senisest veelgi kiiremaks ja jõulisemaks. Tulenevalt nendest reeglimuudatustest nõuab korvpall selle harrastajatelt edu saavutamiseks järjest paremat füüsilist võimekust, mistõttu muutub üha tähtsamaks korvpallurite üldkehaline ettevalmistus.

Kehalise koormuse mõju organismile avaldub läbi spetsiifiliste adaptatiivsete reaktsioonide, mis muudavad saavutusvõime arengut vastavalt koormuste rakendamise iseloomule. Adaptatsiooni spetsiifika avaldub eriti ilmekalt spordialade puhul, kus edu saavutamise alusena ei saa prevaleeruvalt esile tuua ühte konkreetset võimekuse liiki, vaid areng ja saavutusvõime tase avaldub komplekselt võimete liikide kombineeritud arendamise taustal. Sportmängud, sealhulgas korvpall, on spordialad, kus on olulisel kohal nii kiiruslikud, vastupidavuslikud kui jõualased võimed. Erinevate võimete arendamise logistiliste raskuste kõrval on treenerite ees tõsine paradoks, mis seisneb erineva iseloomuga treeningute tulemusena organismis toimuvate bioloogiliste mehhanismide ja protsesside omavahelise vastuolu ületamises. On teada, et jõuvõimekuse arengu eelduseks olev lihashüpertroofia võib oluliselt langetada vastupidavuslikku võimekust. Ning vastupidi: vastupidavuse arendamine ei soodusta või isegi pidurdab jõualase võimekuse taset. Ometi on mõlema võimekuse liigi paralleelne arendamine tänapäeva treeningkavades möödapääsmatu.

Arvestades ülaltoodut, oli käesoleva magistritöö eesmärgiks uurida ja selgitada paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju saavutusvõime arengu efektiivsusele, suunates peamise tähelepanu vastavate võimete arendamise järjekorrale treeningpäeva lõikes.

1. KORVPALLI ISELOOMUSTUS

Korvpall on maailmas üks populaarsemaid spordialasid. *Federation Internationale de Basketball* (Rahvusvaheline Korvpalliföderatsioon, FIBA) koosseisu kuulub üle 200 erineva rahvusliku korvpalliliidu, mis hõlmavad ühtekokku ligikaudu 450 miljonit registreeritud korvpallurit. Olümpiamängude kavasse kuulub korvpall alates 1936. aasta Berliini olümpiamängudest (esimesed olümpiamängude kuldmedalid kuuluvad ameeriklastele, kes võitsid finaalmängus Kanadat 19:8) (FIBA).

Korvpallis on ühes võistkonnas korraga platsil 5 mängijat ning eristatakse järgmisi mängupositsioone: number 1 – mängujuht (ingl. keeles *play-maker*, *point guard*), number 2 – viskav tagamängija (ingl. keeles *off guard*, *shooting guard*), number 3 – väike äär (ingl. keeles *small forward*), number 4 – suur äär (ingl. keeles *power forward*, *big forward*), number 5 – tsenter (ingl. keeles *center*). Sageli võib üks mängija mängida ka mitmel positsioonil (1 ja 2, 2 ja 3, 3 ja 4, 4 ja 5), sel juhul kasutatakse mängija positsiooni iseloomustamiseks inglisekeelset väljendit *swingman* (Trninic, Dizdar, 2000).

Korvpalli võistlusmäng koosneb 4-st 10-minutilisest veerandajast, iga veerandaja vahel on 2-minutiline paus, poolajal on pausi pikkuseks 15 minutit. Nendele mängupausidele lisanduvad veel mänguseisakud, mis tulenevad reeglite rikkumisest (näiteks vea puhul vabavisked) ja treeneri poolt võetavatest *time-out*'idest (1-minutiline paus). Seega on korvpalli kogu mänguajast reaalselt aktiivset mängu alla 50% (McInnes jt., 1995).

Sagedased mänguseisakud võimaldavad mängijatel eelnevatest tegevustest taastuda, samas võimaldavad teha aga korduvaid kõrge intensiivsusega tegevusi. Abdelkrim jt. (2007) leidsid oma uuringus, et 19-aastaste korvpallurite keskmine südame löögisagedus (SLS) võistlusmängus oli 171 l/min (tagamängijatel 174 l/min, keskmängijatel 169 l/min, positsioonidevaheline erinevus oli statistiliselt oluline nivool $p < 0,01$), keskmine vereplasma laktaadi kontsentratsioon oli mängu ajal 5,49 mmol/l (tagamängijatel 6,36 mmol/l, keskmängijatel 4,92 mmol/l, positsioonidevaheline erinevus oli statistiliselt oluline nivool $p < 0,05$). Uuringutes on leitud, et 61% aktiivsest mängu ajast toodab korvpalluri organism energiat anaeroobseid energiatootmismehhanisme kasutades, 28% ajast aeroobseid/anaeroobseid ja 11% aeroobseid mehhanisme kasutades. Seda peab

arvestama ka treeningute ülesehitamisel: aeroobseid energiatootmismehhanisme aktiveerivaid treeninguid peaks suuremahuliselt sooritama ainult hooajaks ettevalmistavas faasis. Võistlusperioodil peaksid treeningutes domineerima ennekõike aga alaktaatne ja laktaatne anaeroobne metabolism (Litkowyzc jt., 2008).

40-minutilise mängu ajal läbivad korvpallurid väljakul ligikaudu 4500-5000 meetrit (Crisafulli jt., 2002). Seejuures on liikumise iseloom väga erinev: jookss nägu ees või selg ees erineva kiirusega ning palliga või pallita, liikumine kaitseasendis erinevates suundades, hüppamine. Korvpalluri liikumist platsil iseloomustavad pidevad peatumised, stardid ning suunavahetused (Abdelkrim jt., 2007). On leitud, et täiskasvanud sportlased teevad mängus 50-60 tempo- ja suunamuutust ning 40-60 maksimaalset vertikaalsuunalist hüpet (McInnes jt., 1995). Abdelkrim jt. (2007) tuvastasid oma uuringus, et mängu ajal sportlaste poolt tehtud erinevate tegevuste keskmine arv oli 1050 (seismine, kõndimine, jooksmine, hüppamine jms). Kusjuures antud numbrites esines statistiliselt oluline erinevus tagamängijate ja teistel positsioonidel mängijate vahel ($p < 0,01$): tagamängijatel 1103, ääremängijatel 1022 ja keskmängijatel 1026. Ühe tegevuse keskmiseks ajaliseks kestvuseks oli maksimaalselt 3 sekundit. Antud uuringus leiti, et 41% aktiivsest mänguajast hõlmasid erineva intensiivsusega spordialaspetsiifilised tegevused (näiteks visete sooritamine, kaitseasendis liikumine), 5,3% sprintimine, 11,6% sörkimine, 14,4% kõndimine, 15,5% seismine. Seejuures leiti, et esineb statistiliselt oluline erinevus erinevatel veerandaegadel kõrge intensiivsusega tehtud tegevuste ajaliseses kogukestvuses (arvestamata mängijate positsiooni): esimesel veerandajal 17,6% (statistiliselt oluliselt erinev teisest veerandajast), teisel 16,5%, kolmandal 16,7% (statistiliselt oluliselt erinev neljandast veerandajast) ja neljandal 13,6% aktiivsest mänguaegsest tegevusest.

Aastal 2000 tegi FIBA korvpallireeglistikus mitmeid muudatusi. Senise kahe 20-minutilise poolaja asemel mängitakse alates 2000. aastast 4 10-minutilist veerandaega, kaitsealast palli toomine ründealasse peab toimuma senise 10 sekundi asemel 8 sekundiga, rünnakuaega vähendati 30 sekundilt 24 sekundile (FIBA). Antud muudatused muudavad korvpalli veelgi kiiremaks ja intensiivsemaks, tõstes teoreetiliselt mängu jooksul sooritatavate tegevuste arvu 20% võrra (Abdelkrim jt., 2007; Cormery jt., 2008). 1995. aastal, seega enne FIBA poolt läbiviidud reeglimuudatusi, tegi professionaalne korvpallur mängu ajal hinnanguliselt keskmiselt 105 sprinti. Keskmiseks puhkepausi pikkuseks sprintide vahel oli 21 sekundit

(Abdelkrim jt., 2007). Pärast 2000. aastat on arvuliselt suurenenud mängu jooksul sooritatud sprintide arv, lühenenud sprintide vaheline taastumisaeg ning tõusnud kilometraaž, mille korvpallur mängu jooksul läbib. Aastatel 1994-2004 Prantsusmaal läbi viidud uuringust selgus, et mängijate antropomeetrilistes näitajates antud ajaperioodil ehk enne ja pärast reeglimuudatusi statistiliselt olulisi muutusi ei ole tekkinud. Küll on aga paranenud mängijate aeroobse võimekuse näitajad: enim on suurenenud tagamängijate maksimaalse hapnikutarbimise näitaja (VO_{2max}) (enne 2000. aastat keskmiselt 51ml/min/kg, pärast 2000. aastat keskmiselt 63,4ml/min/kg), suurenenud on ka kõigil positsioonidel mängijate maksimaalne ja submaksimaalne hapniku omastamine ventilatoorsel lävel (12,8%), respiratoorsel kompensatsiooni punktil (7,3%) ja maksimaalsel hapnikutarbimisel (7,8%) (Cormery jt., 2008).

1.1. Korvpallurile vajalikud kehalised võimed

Korvpall on kompleksne spordiala, mille edukaks sooritamiseks on vajalik hea üldfüüsiline ettevalmistus, spordialaspetsiifiline tehnika ja koordineatsioon (Drinkwater jt., 2008). Füüsilised võimed, mida korvpallurid arendama peavad, on põhimõtteliselt samad, mida nõuavad ka teised spordialad: vastupidavus, kiirus, lihasjõud, koordineatsioon ja paindumus. Spordialati on erinev aga see, millist võimet eelisarendatakse, mis on hea tulemuse saavutamiseks olulisim. See sõltub aga spordiala spetsiifikast.

Lisaks mänguspetsiifikale sõltuvad korvpallurite füüsilisele võimekusele esitatavad nõudmised ka mängja positsioonist. Nii on leitud, et mängujuhid, kellele on oluline hea söödu- ja põrgatusoskus, läbimurrete sooritamine ning võime kaitses vastast üle väljaku pressida, on lühemad, kaalult kergemad ning paremate vastupidavuslike ja kiiruslike näitajatega kui keskmängijad, kelle peamiseks tegevusteks väljakul on korvialune võitlus positsiooni pärast, lauapallide hankimine ja vastase visete blokeerimine (Trninić, Dizdarević, 2000). Antud väidet kinnitab ka Abdelkrim jt. (2007) poolt läbi viidud uuring, kus leiti, et meessoost 19-aastaste tagamängijate keskmine pikkus oli 183 cm, ääremängijatel 188 cm ja keskmängijatel 193 cm. Mängijate kaal vastavalt 76,2 kg, 77,4 kg ja 87,2 kg. VO_{2max} näitaja oli antud uuringus tagamängijatel keskmiselt 53,8 ml/min/kg, ääremängijatel 53,4 ml/min/kg ja keskmängijatel 51,4 ml/min/kg.

Kuigi korvpall pole iseenesest vastupidavusspordiala, on mängijate jaoks siiski oluline omada head aeroobset võimekust. See võimaldab edasi lükata laktaadi kuhjumist lihastesse suure intensiivsusega sooritatud tegevuste ajal ning soodustab kiiret taastumist nende kõrge intensiivsusega tegevuste vahel (kiirem laktaadi ja vesinikioonide väljatransportimine skeletilihastest), mis võimaldab spurte, hüppeid jms sooritada kogu mängu jooksul (Hoffman, 2002; Laplaud jt., 2004). Abdelkrim jt. (2010) leidsid oma uuringus keskmise tugevusega korrelatsiooni mängijate VO₂max näitaja ja võistlusmängus tehtud kõrge intensiivsusega tegevuste vahel ($r=0,56$). Sellest tulenevalt väitsid autorid, et mida parem on sportlase aeroobne võimekus, seda efektiivsem ta platsil on. Samas on mitmetes uuringutes tõestatud, et paremad vastupidavuslikud omadused ei paranda mängija saavutusvõimet platsil. Näiteks Claramunt jt. (2011) viisid läbi uuringu, mille eesmärgiks oli hinnata aeroobse võimekuse mõju korvpallurite mängulisele efektiivsusele. Uuringus osales 34 keskmiselt 12 aastast saavutusspordi tasemel korvpalliga tegelevat sportlast, kes treenisid nädalas 7,5 tundi (4,5 tundi saalitreeningud, 3 tundi üldise kehalise ettevalmistuse treeningud). Uuringus osalejad jagati kaheks grupiks: aeroobse treeningu grupp (lisaks tavatreeningutele ka 3 aeroobse suunitlusega treeningut nädalas) ning kontrollgrupp. Aeroobne treening koosnes erineva intensiivsuse ja kestusega jooksulõikude läbimisest: 7-10 min 65-75% VO₂max-st, 4-5 min 70-85% VO₂max-st ja 2-4 min 90-120% VO₂max-st; puhkus jooksulõikude vahel oli 1-5 minutit. Enne uuringuga alustamist mõõdeti kõigi sportlaste VO₂max, kasutades 20 m joonejooksutesti (ingl. keeles *shuttle run test*) ning vastavat valemist VO₂max arvutamiseks ($VO_{2max} = 31.025 + 3.238 \cdot \text{jooksukiirus km/h} - 3.248 \cdot \text{vanus} + 0.1536 \cdot \text{jooksukiirus km/h} \cdot \text{vanus}$). Antud test tehti ka pärast 6-nädalast treeningperioodi. Korvpallispetsiifilise saavutusvõime hindamiseks analüüsiti 4 võistlusmängu statistikat enne ja 4 mängu statistikat pärast treeningperioodi. Antud uuringu tulemusena leiti, et aeroobse treeningu grupis paranes mängijate VO₂max statistiliselt olulisel määral (enne keskmiselt 50,9 ml/min/kg, pärast 53,98 ml/min/kg; $p<0,01$). Mängustatistika andmetel suurenes treeningperioodi järgselt mängus tehtud vaheltlõigete arv ($p<0,05$), kuid vähenes teenitud vabavisete arv ning vabavisete tabavusprotsent ($p<0,05$). Kontrollgrupis statistiliselt olulisi muutusi ei täheldatud. Kuna suurem VO₂max ei suurendanud mängijate visketabavust, mängu jooksul antud resultatiivsete söötude ega kaitselauapallide arvu (neid peetakse korvpallis tähtsaimateks statistilisteks näitajateks), siis järeldasid antud uuringu läbiviijad, et

paremad aeroobse võimekuse näitajad ei paranda korvpallurite mängulist efektiivsust. Rebane (2009) leidis oma uuringus, et Eesti kuni 16-aastaste vanuseklassi rahvusmeeskonna üldkehalisele ettevalmistusele suunatud treeningprogrammi tulemusena paranesid küll sportlaste aeroobse võimekuse näitajad laboratoorsetes tingimustes läbiviidud testis, kuid antud treeningprogramm ei kiirendanud südame löögisageduse taastumist mängupauside ajal (vabavisked, minutilised vaheajad). Ka see näitab, et paremad aeroobse võimekuse näitajad ei paranda korvpallurite saavutusvõimet platsil. Lisaks eeldatakse, et kui hooajaks valmistudes on hea aeroobne baas loodud, on saalitreeningud ja võistlusmängud piisavad, et seda taset hoida (Hoffman jt., 1991).

Lisaks aeroobse vastupidavuse treeningutele kuulub korvpallurite treeningutesse ka anaeroobse vastupidavuse arendamine. Tulenevalt korvpalli mänguspetsiifikast peab sportlane väljakul tegema pikemaid ja lühemaid erinevates suundades spurte. Sageli pole puhkepaus nende kõrge intensiivsusega tegevuste vahel piisav ning sportlane alustab järgmist tegevust järjest süveneva väsimusega. Et jätkata edukalt ja efektiivselt mängu, on sportlasel vajalik hea laktaadi kuhjumise talumise võime. Seetõttu ongi korvpallis oluline arendada ka anaeroobset vastupidavust (Litkowyc jt., 2008).

Ka jõutreeningul on oluline osa korvpallurite treeningutes. See võimaldab parandada koordinatsiooni, tasakaalu, propriotseptsiooni, sportlikku saavutusvõimet, ennetada vigastusi, tõsta sportlaste motivatsiooni ja suurendada keha rasvavaba massi. Kehamass ja lihasjõud on olulised just keskmängijate jaoks, et korvialuses mängus edukamalt vastastega positsiooni eest võidelda (Drinkwater jt., 2008; Holmberg, 2010; Janz jt., 2008). Korvpallurite jaoks on tähtis võime genereerida lühikese aja jooksul suurt lihasjõudu ehk oluline on plahvatuslik jõud. Eriti oluline on see just jalalihastes, sest mänguspetsiifikast tingitult peavad korvpallurid pidevalt vertikaalsuunalisi hüppeid sooritama (lauapallide hankimine, vastaste visete blokeerimine). Seetõttu kasutatakse korvpallurite jõutreeningul palju plüomeetrilisi harjutusi – lühikese kestusega plahvatusliku iseloomuga harjutused, mida iseloomustab lihaste ekstsentrilisele tööfaasile järgnev kiire kontsentiline kontraktsioon (Holmberg, 2010). Lisaks lihaste plahvatusliku jõu arenemisele on uuringute käigus leitud, et plüomeetriline treening parandab ka lihaste neuromuskulaarset kontrolli ja sportlaste hüppetehnikat, mis omakorda vähendab akuutsete ning ülekoormusvigastuste tekkimise ohtu alajäsemetes (näiteks põlve

eesmise ristatistideme rebend) (King, Cipriani, 2010). Uuringud on näidanud, et korvpallurite eelvenitusega ja poolkükist üleshüppe tulemused on korrelatsioonis *m. quadriceps femoris*'e maksimaalse isomeetrilise jõu näitajatega. Seetõttu võib väita, et lihaste maksimaaljõud on oluline tegur plahvatusliku jõu arengul (Maffiuletti jt., 2000). Seega peaks korvpallurite üldkehalise ettevalmistuse treeningutesse kuuluma nii jõu- kui ka plüomeetriline treening, et arendada ja säilitada lihasjõudu ja – võimsust kogu korvpallihooaja vältel (King, Cipriani, 2010). Erinevad uuringud on näidanud, et kõige efektiivsem plahvatusliku jõu arengu seisukohalt on jõutreeningu ja plüomeetrilise treeningu kombineerimine. Portugalis läbi viidud uuring (valimis 25 14-15-aastast meessoost korvpallurit) näitas, et treeninggrupis, kus lisaks saalitreeningutele tehti 2 korda nädalas ka jõutreeningut ning selle järgselt plüomeetrilisi harjutusi, paranesid statistiliselt olulisel määral poolkükist üleshüppe (13%), eelvenitusega poolkükist üleshüppe (10,5%), Abalakovi testi (kätehooga poolkükist üleshüpe) (10,5%) ja topispalli viske tulemused (19,6%) ($p < 0,05$). Kontrollgrupis, kus osaleti vaid saalitreeningutel, vähenesid statistiliselt olulisel määral eelvenitusega poolkükist üleshüppe (7,7%) ja Abalakovi testi (5,2%) tulemused ($p < 0,05$). Seega väidavad antud uuringu läbiviijad, et komplekselt sooritatud jõu- ja plüomeetrilised harjutused suurendavad korvpallurite plahvatuslikku lihasjõudu (Santos, Janeira, 2008).

Nagu eelpool mainitud, sooritavad korvpallurid mängu jooksul keskmiselt ühe saja sprindi, mis hõlmavad ühtekokku ligikaudu 5,3% aktiivsest mänguajast. Keskmiselt on ühe sprindi ajaliseks kestuseks aga ainult 1,7 sekundit ning läbitud vahemaaks 10-20 meetrit. Seega on korvpallis olulisem hea stardikiirus ja kiirendusvõime kui joostes saavutatav maksimaalne kiirus. Sellest tulenevalt on korvpallis tähtis ka alaktaatse anaeroobse töövõime arendamine. Umbes 30% mänguaegsetest liigutustest sooritavad korvpallurid lateraalsuunas. Seetõttu pole oluline mitte ainult otse-, vaid ka külgsuunalise ja selg ees liikumise kiiruse arendamine (Litkowycz jt., 2008; McInnes jt., 1995).

Käesolevast peatükist selgub, et korvpall on selle edukaks harrastamiseks vajalike füüsiliste võimete seisukohalt kompleksne ja problemaatiline spordiala: oluline on hea aeroobne ja anaeroobne vastupidavus, kiirus ning lihasjõud. Nende kirjeldatud võimekuse liikide arendamise bioloogilised alused ja avaldumine on aga oma olemuselt üksteisele vastutöötavad. Seega on oluline teada, kuidas ja kunas neid võimeid arendada, et tagada sportlase maksimaalne töövõime.

1.2. Treeningute periodiseerimine korvpallis

Nagu eelpool mainitud, on füüsilise võimekuse arendamine korvpallis väga tähtis. Korvpallihooaeg on pikk (sageli oktoobrist juunini), profisportlased treenivad enamasti 2 korda päevas ning osalevad 1-2 võistlusemängul nädalas, seega on oluline treeningute lühi- ja pikaajaline oskuslik planeerimine, et sportlased kogu hooaja vältel heas kehalises ja vaimses vormis oleksid.

Korvpallurite aastaringse kehalise ettevalmistuse programmi võib jagada kolmeks üldtuntud treeningperioodiks: ettevalmistus-, võistlus- ja üleminekuperiood (Jürimäe, Mäestu, 2011). Kõigis kolmes faasis tegeletakse nelja tähtsa treeningkomponendi arendamisega: füüsiline võimekus, tehnilised oskused, taktikaline ja psühholoogiline ettevalmistus. Neist neljast peetakse tähtsaimaks just füüsiliste võimete (kiiruslike võimete, vastupidavuse ja jõu) arendamist. Hooajal 2003/2004 oli NBA-s (*National Basketball Association*) keskmine punktivahe mängu võitnud ja kaotanud meeskonna vahel $10,3 \pm 6,6$ punkti, mis näitab võistkondade suhteliselt ühtlast taset. Üheks otsustavaks faktoriks, mis ühele või teisele meeskonnale siiski edu toob, loetakse just paremat füüsilist ettevalmistust. Samas on korvpall spordiala, kus edu saavutamiseks on vaja häid alaspetsiifilisi oskuseid ning alati pole kõige paremas füüsilises vormis olev mängija kõige paremate alaspetsiifiliste oskustega. Seda peavad arvestama treenerid võistkonna komplekteerimisel ning mängijate valikul (Drinkwater jt., 2008).

1.2.1. Ettevalmistusperiood

Uueks hooajaks ettevalmistusperiood algab sportlaste puhkuse lõppedes. See jaguneb omakorda kaheks etapiks: 1. üldettevalmistusetapp; 2. spetsiaalettevalmistusetapp (Jürimäe, Mäestu, 2011). Ettevalmistusperioodi üldiseks eesmärgiks on võistkonna komplekteerimine ning mängijate üldkehaline ettevalmistamine. Mängijate individuaalsete tehniliste oskuste ja mängutaktikaga tegeletakse suhteliselt vähe (Laios, Theodorakis, 2002).

Üldettevalmistusetapis tegeletakse üldise aeroobse vastupidavuse ning jõuvastupidavuse või lihashüpertroofia arendamisega. Spetsiaalettevalmistusetapi eesmärgiks on alaspetsiifilise aeroobse vastupidavuse, maksimaaljõu ning alaktaatse ja laktaatse spetsiifilise kiiruse arendamine (Jürimäe, Mäestu, 2011).

1.2.2. Võistlusperiood

Võistlusperioodi eesmärgiks on saavutada võistkonna maksimaalne mängutase (Laios, Theodorakis, 2002). Sel perioodil on treeningute ülesandeks spetsiaalettevalmistuse taseme tõstmine ja selle võimalikult täielik ärakasutamine võistlustel. Periood jaguneb võistluseelseks ja võistlusetaipiks. Võistluseelses etapis tegeletakse lihasvõimsuse, spetsiifilise aeroobse vastupidavuse ja kiirusliku vastupidavuse ning spetsiifilise kiiruse, stardikiirenduse ja kiirusliku vastupidavuse arendamisega (Jürimäe, Mäestu, 2011).

Antud perioodi üldkehalise ettevalmistuse treeningutele on iseloomulik korvpallispetsiifilisus. Kindla suunitlusega treening kutsub organismis esile spetsiifilise adaptatsiooni. Seega peaksidki antud perioodi treeningud olema korvpallispetsiifilised ja imiteerima mängusituatsioone, et tagada mängijate täielik valmisolek võistlusmängudeks. Tulenevalt korvpalli iseloomust peaksid võistluseelse etapi treeningud olema suunatud ennekõike anaeroobse laktaatses ja alaktaatses töövõime arendamisele (Litkowycz jt., 2008).

Võrreldes ettevalmistusperioodiga suureneb võistluseelsel etapil mängutaktika ja individuaalsete tehniliste oskuste (viskamine, põrgatamine, kiirrünnakute lahendamine, lauapallide hankimine) arendamise osakaal treeningutes. Iseloomulik on ka treeningmängudes osalemine (Laios, Theodorakis, 2002).

1991-1994. aastal viidi Kreekas läbi uuring, mille eesmärgiks oli selgitada tippmeeskondade hooajaks ettevalmistavas faasis läbiviidavate treeningute iseloom ja nende efektiivsus. Uuringus osales 2 meeskonda, kelle peatreenerid ja füüsilise ettevalmistuse treenerid vastasid antud küsimustikele. Uuringust selgus, et hooajaks ettevalmistavas faasis, mis kestis kokku 8 nädalat, tegeleti kolme treeningkomponendiga: kehaline ettevalmistus, individuaalsete tehniliste oskuste treening, mängutaktika treening. Kusjuures üldkehaliste treeningute osakaal vähenes ning mängutaktika treeningute osakaal suurenes järk-järgult nädalate lõikes (tabel 1) (Laios, Theodorakis, 2002).

Tabel 1. Üldkehalise ettevalmistuse, individuaalsete tehniliste oskuste ja mängutaktika osakaal treeningutes 8-nädalase treeningperioodi vältel (Laios, Theodorakis, 2002).

	Üldkehaline ettevalmistus	Individuaalsed tehnilised oskused	Mängutaktika
1. nädal	90%	10%	0%
2. nädal	50%	40%	10%
3. nädal	40%	30%	30%
4. nädal	40%	20%	40%
5. nädal	30%	20%	50%
6. nädal	30%	10%	60%
7. nädal	20%	10%	70%
8. nädal	20%	0%	80%

Võistlusetapi eesmärgiks on eelnevatel perioodidel saavutatud lihasjõu taseme säilitamine ning eelnevalt kirjeldatud aeroobse ja anaeroobse võimekuse arendamine (Jürimäe, Mäestu, 2011). Seega domineerivad antud etapis ennekõike korvpallispetsiifilised saalitreeningud.

1.2.3. Üleminekuperiood

Üleminekuperioodi eesmärgiks on füüsiliselt ja vaimselt puhata eelnenud hooajast, et olla valmis uueks korvpallihooajaks ettevalmistavaks treeningfaasiks (Laios, Theodorakis, 2002). Samas on tähtis ka treenituse hoidmine tasemel, mis tagab sportlase optimaalse valmisoleku järjekordse ettevalmistusetapi alguses. Sel etapil tegeletakse peamiselt üldise aeroobse vastupidavuse arendamisega, kasutades erinevaid spordialasid (nt. jooksmine, jalgrattasõit, rulluisutamine vms) (Jürimäe, Mäestu, 2011).

2. VASTUPIDAVUSTREENING JA SELLE MÕJU ORGANISMILE

Vastupidavus on organismi võime sooritada korduvaid skeetilihaste kontraktsioone antud submaksimaalse jõu või kiirusega pika aja jooksul (üle 30 min) (Hawley, 2002). Eristatakse üld- ja spetsiaalvastupidavust. Üldvastupidavuseks loetakse organismi võimet sooritada kehtvalt ja efektiivselt tööd, mis hõlmab paljusid

lihasgruppe ning esitab kõrgeid nõudmisi neuromuskulaar-, kardiovaskulaar- ja kesknärvisüsteemile. Spetsiaalvastupidavus on aga võime seista vastu väsimusele spordialaspetsiifilisi tegevusi sooritades. Vastupidavust mõjutavad kesknärvisüsteemi adapteeritus treeningule (närvimpulsside ülekannete efektiivsus, mis tagab kogu organismi koordineerituma töö kehalisel aktiivsusel), sportlase tahtejõud (lihastöö jätkamine, vaatamata väsimusele), aeroobne töövõime (organismi võime reprodutseerida lihastööks vajalikku energiat hapniku juuresolekul), anaeroobne töövõime (organismis võime reprodutseerida lihastööks vajalikku energiat hapniku juuresolekuta). Hea vastupidavuse korral tekib sportlasel sooritusvõimet piirav väsimus hiljem, ta suudab vaatamata väsimusele lihastööd jätkata ning taastub kiiremini eelnevast koormusest (Bompa, 1999).

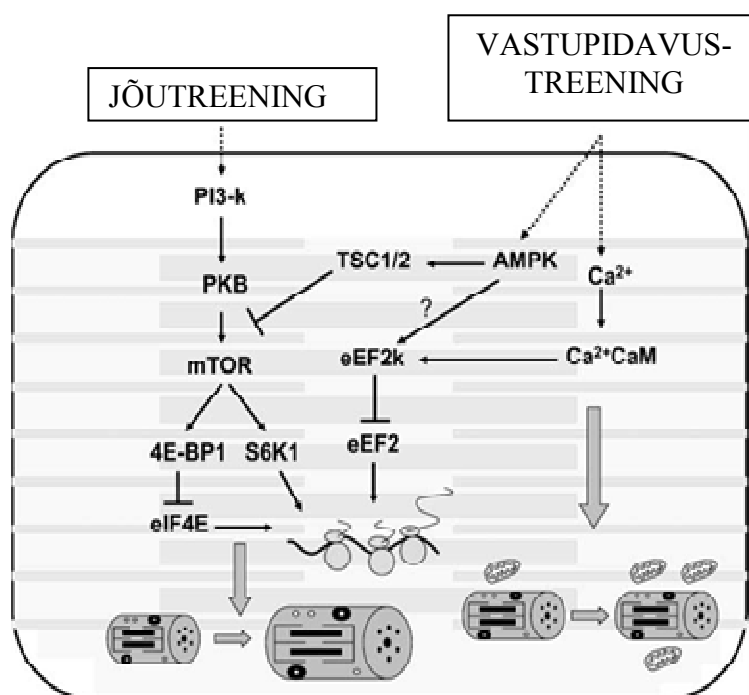
Vastupidavuse arendamiseks kasutatakse erinevaid treeningmeetodeid (Bompa, 1999):

- ühtlus- ehk kestusmeetod – kestav pikaajaline tegevus ilma treeningu intensiivsuse ja iseloomu muutuseta;
- vahelduvmeetod – treeningu käigus muutub tegevuse intensiivsus ja iseloom; puhkepause ei ole;
- intervallmeetod - treeningu käigus vahelduvad kindla intensiivsusega tegevused kindla pikkusega puhkepausidega;
- kordusmeetod – kindla intensiivsusega tegevused vahelduvad optimaalse pikkusega puhkepausidega (täielik taastumine järgneva tegevuseks).

Vastupidavustreeningu tagajärjel organismis toimuvad kohanemisreaktsioonid erinevad jõusuunitlusega treeningu tagajärjel toimuvatest muutustest. Vastupidavustreening parandab organismi aeroobset töövõimet. Selle käigus suureneb sportlase VO₂max, südame löögi- ja minutimaht, hemoglobiini kontsentratsioon ning verevool töötavatesse lihastesse, väheneb puhkeoleku südamelöögisagedus ja vererõhk, paraneb organismisisene hapniku ja ainevahetussubstraatide transpordivõime ning organismi võime toota adenosiintrifosfaati (ATP-d) aeroobses keskkonnas. Vastupidavustreeningu tulemusena väheneb submaksimaalsel koormusel lihase glükogeenivarude ja vere glükoosi energiaallikana kasutamine, suureneb rasvade oksüdeerimine ning langeb laktaadi produktsioon lihastes. Samuti suureneb

vastupidavustreeningu käigus lihase puhversüsteemide võimsus ja paraneb lihase toitainetega varustus (Hoffman, 2002; Häkkinen jt., 2003).

Uuringud on leidnud, et vastupidavustreeningu tulemusel suureneb lihases glükogeenivarude hulk, mitokondrite arv, maht ja tihedus, oksüdatiivsete ensüümide hulk ja aktiivsus, kapillaarvõrgustiku tihedus, müoglobiini sisaldus. Loetletud kohanemisreaktsioonid, mis parandavad organismi aeroobset võimekust ehk organismi võimet toota lihastööks vajalikku ATP-d aeroobses keskkonnas, on seotud treeningu ajal ennekoike nendelt geenidelt toimuva mRNA (*messenger-RNA*) transkriptsiooniga ning lähtuvalt sellest vastavate valkude ekspressiooniga, millest suurem osa vastutavad mitokondrite biogeneesi ja metabolismi eest (Mahoney jt., 2005). Vastupidavustreeningule iseloomulike intratsellulaarsete protsesside käivitumises on tähtis roll adenosiinmonofosfaadi aktiveeritud proteiinkinaasil (AMPK). AMPK on kolmest alaüksusest (α -, β - ja γ -) koosnev ensüüm, mis osaleb glükoosi-, rasva- ja valguainevahetuse, geenide ekspressiooni ning raku kasvu reguleerimises (joonis 1) (Witczak., 2008).



Joonis 1. Vastupidavus- ja jõutreeningu poolt esile kutsutud intratsellulaarsed muutused (Nader, 2006).

Skeletilihases on AMPK üheks tähtsaimaks aktiveerijaks treening või lihaskontraktsioon. Uuringutes on leitud, et AMPK aktiveerub, kui aeroobse suunitlusega treeningute intensiivsus on üle 60% maksimaalsest aeroobsest võimekusest või kui madalama intensiivsusega treenitakse väga pikka aega. Naiste organismis on täheldatud väiksemaulatuslik treeningust põhjustatud AMPK aktivatsioon kui meestel (Jensen jt., 2009; Richter, Ruderman, 2009).

3. JÕUTREENING JA SELLE MÕJU ORGANISMILE

Jõudu defineeritakse kui organismi võimet ületada lihaskontraktsiooni abil välist vastupanu. Eristatakse kolme liiki lihaskontraktsioone (Bompa, 1999):

- isotooniline – liigutuse sooritamisel esineb vastupanu kogu liigutuse kestel;
 - kontsentriiline ehk ületav – väline vastupanu on väiksem lihases tekkivast pingest ning lihas lüheneb;
 - ekstsentriline ehk järeleandev – väline vastupanu on suurem lihases tekkivast pingest ning lihas pikeneb;
- isomeetiline – lihased avaldavad pinget, kuid lihase pikkus ei muutu;
- isokineetiline – lihase lühenemine või pikenemine toimub konstantse kiirusega (tagatakse spetsiaalse aparaadiga).

Jõu arenemise aluseks on lihaste töölerakendamise koordineerimismehhanismi täiustumine (neuraalne adaptatsioon) ja kontraktsiooniaparaadi arenemine (müogeenne adaptatsioon). Neuraalne adaptatsioon kujutab endast lihastevahelise koordineerimise (nt erinevate lihasgruppide kooskõlastatud tegevus) ja lihasesisese koordineerimise (nt suurema hulga moroorsete ühikute rekruteerimine) täiustumist. Müogeense adaptatsiooni all mõistetakse aga lihasrakus toimuvaid muutusi (nt lihaskiudude hüpertroofia). Treeningu varajases faasis domineerib neuraalne ning hilisemas müogeenne adaptatsioon (Bompa, 1999).

Jõutreeningu eesmärgiks on lihasjõu suurendamine ja lihashüpertroofia tekkimine. Eristatakse mitmeid erinevaid jõuliike: üldjõud (kogu lihaskonna jõud), spetsiifiline jõud (nende lihaste jõud, mida konkreetsel spordialal kõige rohkem kasutatakse), maksimaaljõud (suurim jõud, mida tahtliku lihaskontraktsiooni ajal närvilihasaparaat genereerida suudab), lihasvastupidavus (lihaste võime sooritada kontraktsioone pika aja jooksul), võimsus (võime genereerida maksimaaljõudu

võimalikult lühikese ajaga), absoluutjõud (sportlase poolt genereeritava maksimaaljõu suurus olenemata sportlase kehakaalust), suhteline jõud (absoluutjõu ja sportlase kehamassi vaheline suhe). Millist jõu liiki arendatakse, sõltub spordiala spetsiifikast ja treeningperioodist (Bompa, 1999).

Jõutreeningu tulemusel suurenevad tänu neuraalsele ja müogeensele adaptatsioonile treenitud lihaste jõunäitajad. Jõutreeningu üheks tulemuseks on ka lihashüpertroofia, mis toimub juhul, kui jõutreeningu tõttu toimuv lihasvalkude süntees ületab treeningu käigus tekkiva valkude degradatsiooni. Hüpertroofia tekkimine on pikaajaline protsess. See leiab aset, kui valgusüntees, mis on jõutreeningu peamiseks akuutseks tagajärjeks, ületab valkude degradatsiooni ulatuse mitme nädala kuni mitme kuu vältel. Ühekordne jõutreening tõstab lihasvalkude degradatsiooni-sünteesi protsessi aktiivsust kuni 48 tunniks pärast treeningu lõppu. Kusjuures on leitud, et nii kontsentrilisel kui ekstsentrilisel jõutreeningul on sellele protsessile ühesugune mõju. Ühekordne treening suurendab valgusünteesi ulatust 4 tundi pärast treeningut 50% võrra ja 24 tundi pärast treeningut 115% võrra (MacDougall jt., 1995; Phillips jt., 1997). Erinevalt vastupidavustreeningust väheneb jõutreeningu tagajärjel lihases mitokondrite tihedus ja oksüdatiivsete ensüümide aktiivsus, suureneb aga kontraktilsete valkude süntees, lihaskiudude ristlâbilõike pindala, lihasmass ja müokinaasi aktiivsus (Bompa, 1999). Antud muutused toimuvad suuremal määral kiiretes-glükolüütilistes lihaskiududes kui aeglastes-oksüdatiivsetes lihaskiududes (Karagounis, Hawley, 2010).

Jõutreeningu tulemuslikkuses mängivad olulist rolli mitmete valgusünteesi soodustavate metaboliitide kuhjumine ja androgeensete hormoonide produktsiooni suurenemine. Üheks tähtsaimaks neist on insuliinisarnane kasvufaktor 1 (IGF-1) – 7,6 kDa-line polüpeptiid, mis koosneb 70 aminohappest, mida peamiselt toodetakse maksas, kuid mida esineb veel ka mitmetes teistes kudedes (lihastes, veres, koevedelikes, luudes, närvikoes) ning mille produktsiooni kontrollib kasvuhormoon. Väike osa (<2%) IGF-1-st tsirkuleerib vaba vormina. Suurem osa sellest on seotud erinevate spetsiaalsete siduvate valkudega (BP1-6), kusjuures 80% IGF-1-st on seotud IGF-BP3 poolt. Veres tsirkuleerivad ka mitmed proteaasid, mis vabastavad IGF-1 IGF-BP kompleksist, muutes seega võimalikuks IGF-1-e seostumise retseptoritega. IGF-1 osaleb mitmetes organismis toimuvates metaboolsetes protsessides, tähtsaimaks neist peetakse osalemist raku metabolismi ja kasvu reguleerimises. IGF-1 soodustab rakus aminohapete vastuvõtmist ja valgusünteesi ning pidurdab valkude

degradatsiooni. Sarnaselt insuliiniga suurendab IGF-1 ka glükoosi ja vabade rasvhapete vastuvõtmist rakku (Adams, 1998; Nindl, 2009).

Intratsellulaarsed regulatsioonimehhanismid, mis viivad jõutreeningu tagajärjel valgusünteesi intensiivistumisele, on seotud ennekõike *mammalian target of rapamycin* (mTOR tööga). mTOR on insuliinist sõltuv ja aminohapete tundlik kinaas, mille aktiivus peegeldab valgusünteesi intensiivistumist lihasrakus. mTOR integreerib raku energiaalase staatuse ja keskkonnastiimulite (toitained, kasvufaktorid, mitokondriaalsed signaalid, treening) kohta tulevat infot, reguleerides raku kasvu ja proliferatsiooni, valkude degradatsiooni ja sünteesi, tsütoskeleti organisatsiooni ja ribosomaalset biosünteesi. Katseloomadel läbiviidud uuringud on näidanud, et mTOR-i inhibeeriva rapamüosiini kasutamine blokeerib jõutreeningu poolt tekitatava valgusünteesi intensiivistumise. See tõestab mTOR-i olulisust valgusünteesi protsesside reguleerimises. Uuringud on näidanud ka seda, et AMPK aktiveerumine käivitab vastavate mehhanismide kompleksi, mis inhibeerib skeletilihases mTOR signaalraja ning takistab seega valgusünteesi (joonis 1) (Dowling jt., 2010; Karagounis, Hawley, 2010; Nader 2006).

4. TÖÖ EESMÄRK

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada jõu- ja vastupidavustreeningu paralleelse arendamise mõju sportlaste funktsionaalsetele karakteristikutele ja valkude ainevahetust reguleerivatele kasvufaktoritele.

Tulenevalt töö eesmärgist püstitati järgmised ülesanded:

1. selgitada 2-nädalase paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju sportlaste jõuparameetrite arengule;
2. selgitada 2-nädalase paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju sportlaste aeroobse töövõime arengule;
3. selgitada 2-nädalase paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju valkude ainevahetust reguleerivatele vereparameetritele;
4. selgitada paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu komponentide järjekorra efektiivsust töövõime arengule.

5. TÖÖ METOODIKA

5.1. Uuringus osalejad

Uuringus osales 6 üliõpilassportlase staatuses Tartu Ülikooli korvpallinaiskonna liiget. Vaatlusaluste keskmine vanus oli $22,7 \pm 1$ aastat, keskmine treeningstaaž $13,7 \pm 2,9$ aastat (tabel 2).

Tabel 2. Uuringus osalejate vanus ja treeningstaaž.

Osaleja	Vanus (a)	Treeningstaaž (a)
1	23	16
2	23	15
3	22	10
4	21	10
5	24	16
6	23	15
Keskmine (X)	22,7	13,7
Standardviga (m)	1,0	2,9

5.2. Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi 2011. aasta juunis Tartu Ülikooli korvpallinaiskonna suviseks üliõpilaste Euroopa meistrivõistlusteks ettevalmistava 2-nädalases füüsilise ettevalmistuse laagri raames. Laager toimus Tartus, treeningud viidi läbi Tartu Ülikooli spordihoones ja Emajõe-äärsetel jooksuradadel. Laagris osales 10 Euroopa meistrivõistlustele sõitvat sportlast. Neist neljal ei olnud võimalik treeningprogrammi täies mahus läbida ning nende andmeid statistilises andmeanalüüsis ei arvestatud. Kõiki uuringus osalejaid informeeriti uuringu korraldusest ning nad andsid nõusoleku katsete tulemusi antud magistritöös kasutada.

5.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised

Enne ja pärast treeningprogrammi mõõdeti Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskonna kinantropomeetria ja treeninguõpetuse laboris osalejate pikkus ja kehakaal.

5.2.2. Funktsionaalsed testid

Enne treeningprogrammiga alustamist teostati osalejate aeroobse töövõime määramiseks koormustest liikuvale jooksurajale (h/p Cosmos Quasar, Germany) Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskonna kinantropomeetria ja treeninguõpetuse laboris. Testi eesmärgiks oli määrata sportlaste VO₂max, südame löögisagedus anaeroobsel lävel (AnL) ning jooksukiirus anaeroobsel lävel. Gaasivahetuse ja ventilatsiooni näitajad määrati gaasianalüsaatori MetaMax 3B abil. Tõusunurk oli kogu testi vältel 1%, lindi liikumise kiirus kasvas iga 3 minuti järel 2 km/h. Uuritavad sooritasid tõusvate koormustega testi suutlikkuseni (testi lõpetamise kriteeriumiks VO₂max platoo tekkimine, hingamiskoefitsient >1, halb enesetunne). Osalejaid julgustati ja ergutati, saavutamaks maksimaalset tulemust (joonis 2).



Joonis 2. Koormustest aeroobse töövõime määramiseks liikuvale jooksurajale.

M. quadriceps femoris'e 1 kordusmaksimumi (KM) määramiseks sooritati test Tartu Ülikooli spordihoone jõusaali 2. korrusel jalapressi trenažööril. Testile eelnes 3-minutiline soojendusjooks. Seejärel tehti trenažööril harjutus raskusega, mida jõuti sooritada vähemalt 5 korda. Järgnes 2-minutiline puhkus. Siis suurendati raskust 20-30% ning sooritati vähemalt 3 kordust. Järgnes taas puhkus ning raskuse suurendamine 10-20% võrra. Pärast antud raskusega harjutuse sooritamist ning 3-minutilist puhkust suurendati raskust 5-10%. Vajadusel jätkati testi antud viisil kuni

korrektse tehnikaga 1 kordusmaksimumi saavutamiseni (McBride jt., 2002). Osalejaid julgustati ja ergutati maksimaalsete tulemuste saavutamiseks (joonis 3).



Joonis 3. *M. quadriceps femoris*'e 1 KM testimine jõusaalis jalapressi trenaažööril.

Funktsionaalsed testid toimusid teineteisele järgnevatel päevadel, 1 KM test sooritati esimesena. Antud testide tulemuste alusel määrati igale uuringus osalejale individuaalsed koormused nii jõu- kui vastupidavustreeninguks. Treeningprogrammi mõju hindamiseks teostati samad testid ka pärast treeningute lõppu (järjestikustel päevadel pärast viimast treeningpäeva).

5.2.3. Füsioloogiliste parameetrite määramine

Valguainevahetusega seotud parameetrite (IGF-1, IGF-BP3) määramiseks võeti uuringus osalejatelt vereproov enne treeninglaagriga alustamist ning pärast treeninglaagri lõppu. Vereanalüüsid võeti hommikul ilma söömata, joomata, kvalifitseeritud personali poolt. IGF-1 ja IGF-BP3 kontsentratsioon määrati immunoanalüsaatoril IMMULITE 2000. Vaba IGF-1 osakaalu selgitamiseks määrati IGF-1 ja IGF-BP3 molaarne suhe, kasutades valemit:

$$\text{IGF-1:IGF-BP3} = [\text{IGF-1} * 0,130] / [\text{IGF-BP3} * 0,036] \text{ (Morimoto jt., 2005).}$$

5.2.4. Treeningprogramm

Korvpallinaiskonna treeninglaager kestis 2 nädalat. Treeningud toimusid argipäevadel 2 korda päevas, treeningkordade vahe oli vähemalt 6 tundi. Laupäeval ja pühapäeval treeninguid ei toimunud. Vabatahtlikkuse alusel jagati vaatlusalused 2 gruppi: 1. grupp – sooritas hommikul vastupidavus- ja õhtul jõutreeningu (VJ); 2. grupp – sooritas hommikul jõu- ja õhtul vastupidavustreeningu (JV) (tabel 3). Tegemist on tüüpilise füüsilise ettevalmistuse laagri programmiga korvpalluritel.

Tabel 3. Treeningud erinevates gruppides.

	Hommik	Õhtu
1. grupp (n=3)	vastupidavustreening	jõutreening
2. grupp (n=3)	jõutreening	vastupidavustreening

Vastupidavustreening toimus jooksutreeninguna, kasutades ühtlus- ehk kestusmeetodit. Treeningu kestuseks oli 45-60 minutit, treeningu intensiivsuseks südame löögisagedus 5% individuaalsest aeroobsest lävest madalamal. Antud treeningperioodil oli eesmärgiks sportlaste üldvastupidavuse arendamine. Seetõttu valiti ka kirjeldatud treeningmeetod ja –intensiivsus. Määratud treeningintensiivsuse järgimiseks kandsid osalejad pulsivööd ja –kella.

Jõutreening sooritati Tartu Ülikooli spordihoone jõusaalis treenažööridel. Harjutusi tehti ala- ja ülajäsemete suurematele lihastele: *m. quadriceps femoris*, hamstringlihased, *m. triceps surae*, *m. deltoideus*, *m. triceps brachii* ja *m. biceps brachii*. Kuna käesoleva magistritöö raames registreeriti *m. quadriceps femoris*-e 1 KM, oli jõutreening suunatud ennekõike antud lihase jõuparameetrite arengule. Seetõttu sooritati jalapressi harjutuses 4 seeriat, 10 kordust (teisel nädalal 12 kordust), intensiivsusega 75% 1 KM-st, puhkepausi pikkuseks seeriade vahel 6 minutit. Kõigi teiste harjutuste puhul sooritati 3 seeriat, 10 kordust, intensiivsusega ligikaudu 60% 1 KM-st (intensiivsus määrati individuaalse tunnetuse alusel), puhkepausi pikkuseks seeriade vahel 6 minutit. Treeningu lõpus sooritati individuaalselt valitud harjutusi ka kõhu- ja seljalihastele (4x25 kõhu- ja 4x25 seljalihastele) (tabel 4). Antud uurimistöö raames valiti seeriade ja korduste arvaks ning treeningu intensiivsuseks just ülaltoodud suurused, kuna on leitud, et antud intensiivsusega jõutreeningprogrammi

kombineerimine vastupidavustreeninguga viib jõuparameetrite suurenemisele (suureneb nii 1 KM kui lihasvõimsus) (Hendrickson jt., 2010).

Tabel 4. Jõutreeningu programm.

	Harjutus	Seeriad	Korduste arv	Intensiivsus
<i>M. quadriceps femoris</i>	Jalapress trenažööril	4	10 (teisel nädalal 12)	75% 1 KM-st
Hamstringlihased	Jalgade painutamine trenažööril, lamades	3	10	60% 1 KM-st
<i>M. triceps surae</i>	Päkkadele tõusud raskustega, seistes/istudes trenažööril	3	10	60% 1 KM-st
<i>M. deltoideus</i>	Hantlite tõstmine kõrvale	3	10	60% 1 KM-st
<i>M. triceps brachii</i>	Küünarvarte sirutamine, lamades/istudes, hantliga/kangiga	3	10	60% 1 KM-st
<i>M. biceps brachii</i>	Küünarvarte painutamine, istudes, hantlitega	3	10	60% 1 KM-st
Kõhuliased	Individuaalselt valitud harjutused	4	25	Individuaalne
Seljaliased	Individuaalselt valitud harjutused	4	25	Individuaalne

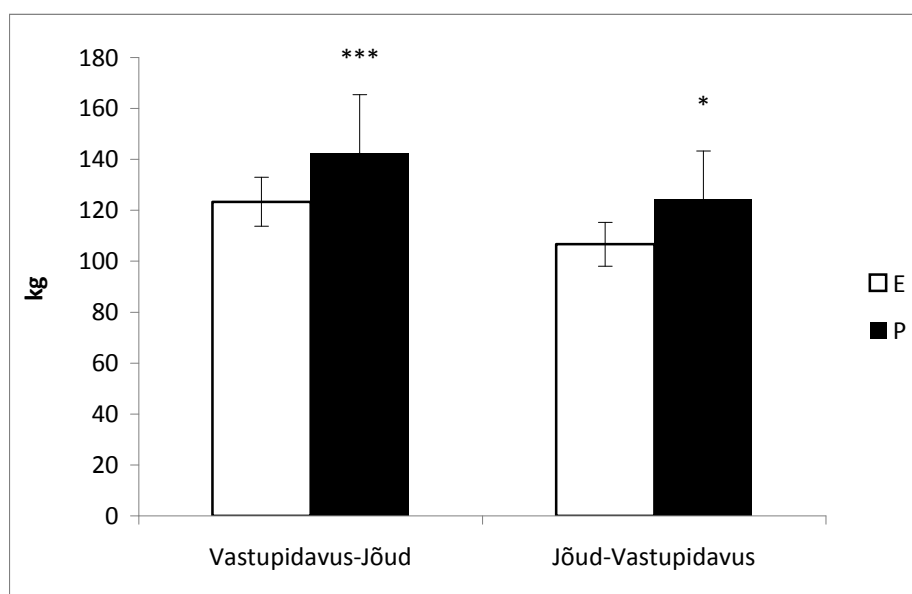
5.2.5. Statistiline andmetöötlus

Kogutud andmete põhjal arvutati uuritavate gruppide aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja keskmise keskmine viga (m). Gruppidevaheliste erinevuste selgitamiseks kasutati paaride T-testi (usaldatavusnivoo 0,05).

6. TÖÖ TULEMUSED

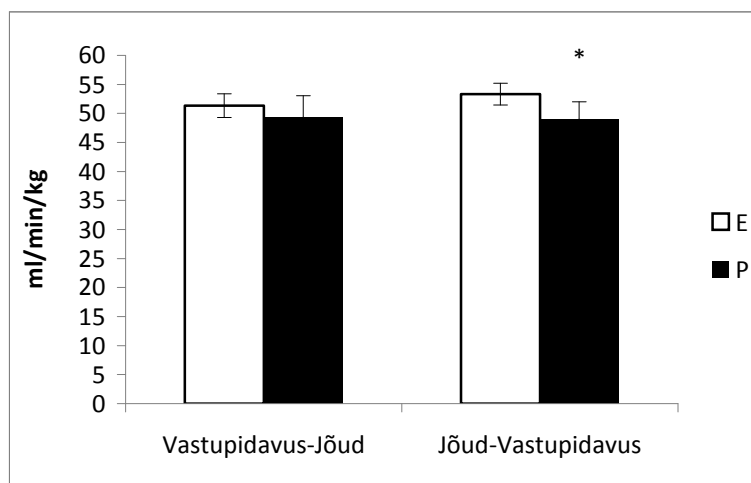
6.1. Paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju saavutusvõimet kajastavatele parameetritele

Meie uuringute tulemused näitasid, et jalapressi 1 KM tõusis mõlemas uuritavate grupis statistiliselt olulisel määral (15,5% grupis, kus aeroobset vastupidavust arendati hommikul ning jõuvõimekust õhtul, ning vastavalt 16,4% uuritavate grupis, kus hommikul sooritati jõu- ja õhtul vastupidavustreening (joonis 3).



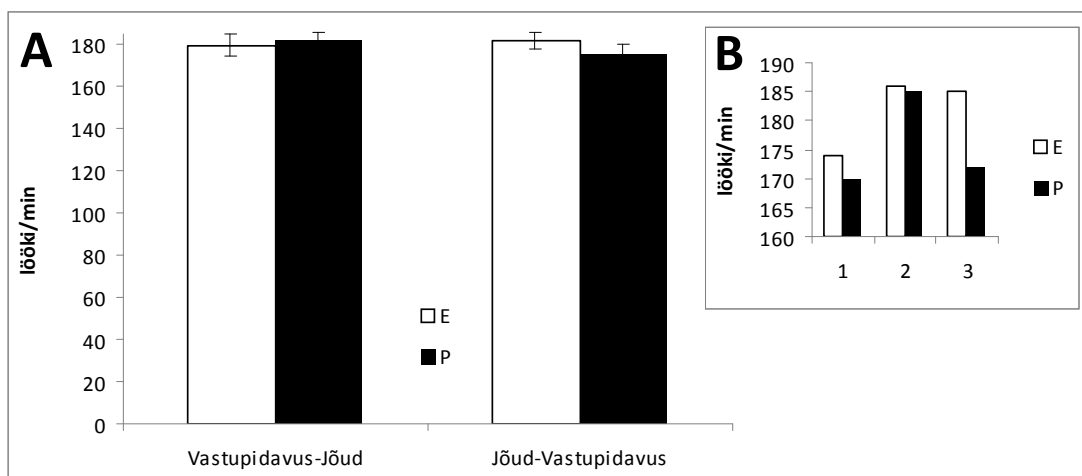
Joonis 3. *M. quadriceps femoris*'e jalapressi 1 kordusmaksimumi väärtused kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$, $*p<0,05$; $***p<0,001$.

Oluline funktsionaalset võimekust kajastav parameeter – maksimaalse hapnikutarbimise näitaja – langes 2-nädalase treeningtsükli tulemusena statistiliselt olulisel määral uuritavate grupis, kus vastupidavuslike võimete arendamisele eelnes hommikune jõutreening (joonis 4).



Joonis 4. VO₂max väärtused kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$, $*p<0,05$.

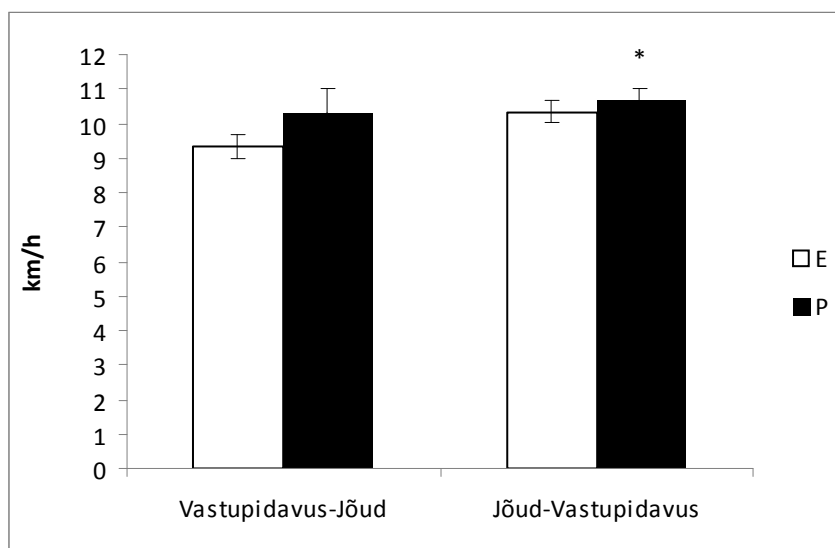
Kardiorespiratoorse funktsiooni ökonoomsust kajastav näitaja – südame löögisagedus anaeroobsel lävel – meie poolt esitatavates andmetes 2-nädalase treeningprogrammi tulemusena ei muutunud (joonis 5a), kuid samal ajal näitas vaatlusaluste üksikväärtuste analüüs, et treeningprogrammi puhul, kus hommikul treeningul arendati jõuvõimekust ja õhtusel treeningul aeroobset vastupidavust, langes kahe vaatlusaluse puhul kolmest anaeroobsel lävel registreeritud südame löögisagedus statistiliselt olulisel määral (joonis 5b).



Joonis 5a. Südamelöögisageduse väärtused anaeroobsel lävel kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$.

Joonis 5b. Treeninggrupis Jõud-Vastupidavus treeninute südame löögisageduse üksikväärtused anaeroobsel lävel enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast treeninglaagrit, $n=3$.

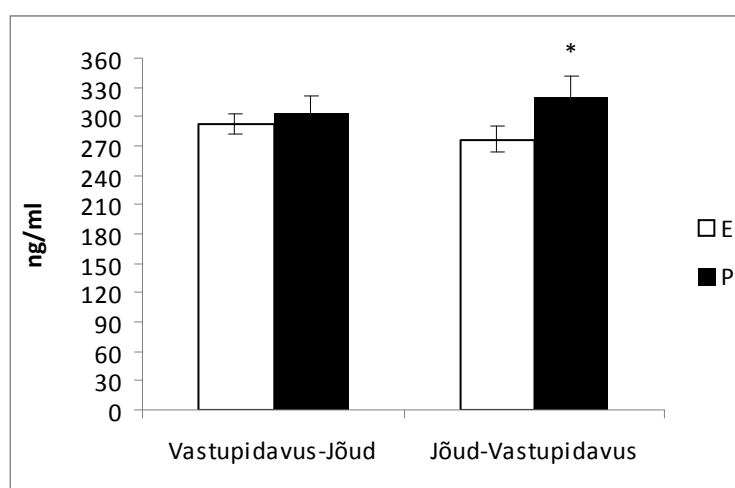
Sportlaste funktsionaalset seisundit kajastab hästi laboratoorse testi tingimustes fikseeritud saavutusvõime tase. Meie uuringu tingimuste alusel on selleks funktsionaalset seisundit iseloomustavaks näitajaks sportlase liikumiskiirus anaeroobsel lävel (joonis 6). Nagu nähtub meie poolt saadud tulemustest, jõudsid uuritavad sportlased anaeroobse ainevahetuse tsooni hiljem mõlemas treeninggrupis (testi tingimustele vastavalt oli tegemist jooksukiiruse progresseerumisega), kuid statistiliselt olulisel määral grupis, kus aeroobse vastupidavuse arendamisele eelnes hommikune jõuvõimekuse arengule suunatud treening (joonis 6).



Joonis 6. Jooksukiiruse väärtused anaeroobsel lävel kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$, $*p<0,05$.

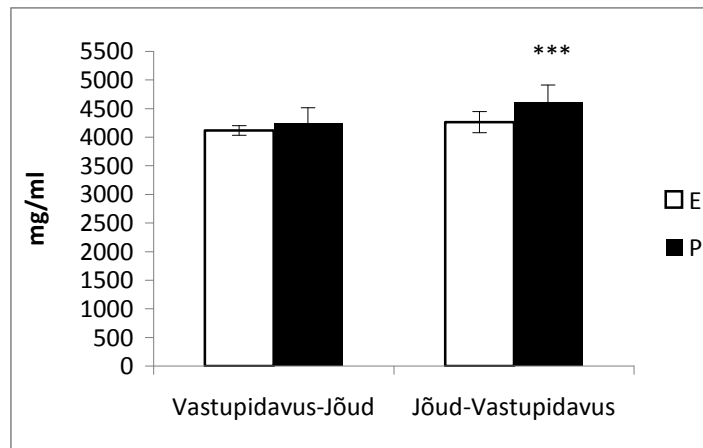
6.2. Paralleelse jõu- ja vastupidavustreeningu mõju valguainevahetust mõjutavatele parameetritele

Meie uuringute tulemused näitasid, et uuritavate sportlaste grupis, kes treenisid päevases treeningtsükklis järjekorras: jõutreening ja järgnev vastupidavustreening, tõusis IGF-1 kontsentratsioon vereseerumis statistiliselt olulisel määral (joonis 7) ning vastupidises järjekorras läbiviidud treeningrežiimi puhul ilmnes tendents vereseerumi IGF-1 kontsentratsiooni tõusule (joonis 7).



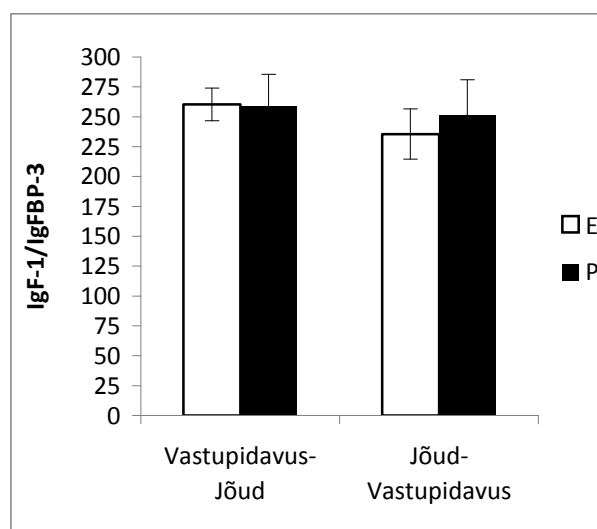
Joonis 7. IGF-1 kontsentratsioon veres kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$, $*p<0,05$.

Samal ajal näitasid meie poolt läbi viidud uuringute tulemused, et IGF-1 kontsentratsiooni tõus veres seostub hästi teise meie poolt uuritud parameetri, IGF-BP3, muutustega. Jooniselt 8 nähtub, et IGF-BP3 kontsentratsioon tõusis uuritavate veres statistiliselt olulisel määral just selles vaatlusaluste grupis, kellel ilmnes IGF-1 kontsentratsiooni statistiliselt oluline tõus (vaatlusalused, kes sooritasid hommikul jõu- ning sellele järgnevalt vastupidavustreeningu) (joonis 8).



Joonis 8. IGF-BP3 kontsentratsioon veres kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$, *** $p<0,001$.

IGF-1 kudede ülesehitamisele suunatud bioloogilist rolli iseloomustab mitte niivõrd ilmekalt tema kontsentratsioon ja selle muutused veres, vaid molaarne vahekord IGF-BP3 suhtes. Meie poolt saadud tulemused näitasid, et selge tendents IGF-1/IGF-BP3 molaarse suhte tõusule ilmnes vaatlusaluste grupis, kes treenisid päevases treeningtsükli järjekorras: jõutreening ning sellele järgnev vastupidavustreening (joonis 9), kuid ei mõjutanud kasvufaktorite ja siduvate valkude molaarset suhet vastupidises järjekorras treeningprogrammi täitjate grupis (joonis 9).



Joonis 9. IGF-1 ja IGF-BP3 molaarse suhte väärtused veres kahes treeninggrupis (1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening: Vastupidavus-Jõud; 2. hommikul jõutreening, õhtul vastupidavustreening: Jõud-Vastupidavus) enne (E) ja pärast (P) 2-nädalast paralleelset jõu- ja vastupidavustreeningut ($X \pm m$), $n=3$.

7. TULEMUSTE ARUTELU

On hästi teada, et kohanemine treeningkoormustega ja saavutusvõime areng on otseselt seotud treeningu iseloomu ja rakendatud koormuste spetsiifikaga. Vastupidavustreening, mida võib lugeda üheks ekstreemsemaks kehalise koormuse rakenduseks, eeldab ühelt poolt ja arendab samal ajal maksimaalset hapniku tarbimise võimet ning lihaskonna võimekust taastoota energiat läbi oksüdatiivsete mehhanismide. Seejuures ei kaasne treeningute tulemusena jõuvõimekuse areng. Kontrastina vastupidavustreeningule, kutsuvad jõu arendamisele suunatud koormused esile lihasmassi juurdekasvu ja neuromuskulaarse kohanemisprotsessi, ilma, et seejuures toimuksid olulised muutused maksimaalses hapnikutarbimise võimes või oksüdatiivse iseloomuga ainevahetusprotsessides.

Samas on kahtluseta selge, et eksisteerib palju spordialasid, kus kehaline ettevalmistus moodustab keerulise kombinatsiooni mõlemast omavahel selgelt kontrastis olevast treeningprogrammist ning nii jõu- kui vastupidavusalane võimekus mängib tulemuse realiseerumise seisukohast olulist rolli. Samas on nii sportlased kui treenerid seatud olukorda, kus treeningkavade ülesehitust ja koormuste planeerimist segavad olulisel määral logistilised tegurid, ning mis veelgi olulisem, tõenäolised limiteerivad faktorid bioloogiliste protsesside tasandil.

Meie poolt läbiviidud uuringu eesmärgiks oli selgitada paralleelselt sooritatava jõu- ja vastupidavustreeningu efektiivsust kardiorespiratoorsetele karakteristikutele, jõunäitajatele ning valguainevahetust stimuleerivate kasvufaktorite kontsentratsioonile veres. Kusjuures rakendatud koormuste puhul oli varieeruvaks faktoriks jõu- või vastupidavustreeningu järjekord treeningpäeva lõikes. Uurimiselusteks olid 21-24 aasta vanused üliõpilassportlase staatuses naiskorvpallurid. Uuritavate kumulatiivne treeningstaaž (13,7 aastat) oli ühelt poolt treeninguid soodustav asjaolu, kuna tingis eelduse võimekuse erinevate liikide arenguks, kuid teiselt poolt raskendavaks asjaoluks, kuna komplitseerib tulemuste interpreteerimist kõrgema tasemega saavutusspordi kontekstis.

Meie uuringute tulemused näitasid, et mõlemas uuritavate grupis (treeningkoormuste järjekord: 1. hommikul vastupidavustreening, õhtul jõutreening ning 2. hommikul jõu- ja õhtul vastupidavustreening) tõusis jalalihaste jõudu kajastav näitaja – jalapressi 1 KM – vastavalt 15,5% ja 16,4% (joonis 3). Treeningkavade erinevusest sõltumatu jõuvõimekuse arengu seletuseks võib esmajoonel tuua

spetsiifilise jõutreeningu madala osakaalu vaatlusaluste senises treeningpraktikas, mis tingis mõlemas uuritavate grupis treeningkoormusest sõltuva neuraalse adaptatsiooni. Samas ei registreeritud käesoleva uuringu raames vaatlusaluste lihaste elektromüograafiat (EMG), mis antud väidet kinnitaks. Neuraalsete faktorite ja mootorsete ühikute rekruteerimise eripärasid seostatakse jõuvõimete arenguga, mis ei sõltu koormuste järjekorrast treeningpäeva lõikes, aga ka varasemates uuringutes (Häkkinen jt., 2003). Uurijad on valdavalt seisukohal, et paralleelne jõu- ja vastupidavustreeningu rakendamine treeningsükliks limiteerib jõuvõimekuse arengut olulisel määral (Kraemer jt., 1995; Leveritt jt., 2001). Samas näitavad kirjanduse andmed, et jõu- ja vastupidavustreeningu vastuoluline mõju avaldub pigem lokaalselt kui süsteemselt (Kraemer jt., 1995). Arvatakse, et kui enne jõutreeningut sooritatud vastupidavustreening on piisavalt kõrge intensiivsusega, tühjenevad lihaste glükogeenivarud, mistõttu pole hiljem sooritatav jõutreening efektiivne. Kusjuures häirub ennekõike jõuvastupidavuse areng. Maksimaaljõu arengut, mis toimub ennekõike närvisüsteemi adaptatsiooni vahendusel, eelnev vastupidavustreening oluliselt ei mõjuta (Docherty, Sporer, 2000). Seega võib tuua teiseks põhjenduseks, miks käesolevas uuringus mõlemas uuritavate grupis jõunäitajad positiivses suunas arenesid, rakendatud vastupidavustreeningu madala intensiivsuse (5% individuaalsest aeroobsest lävest madalamal).

Arvatakse, et üks põhjus, miks paljudes eelnevates uuringutes jõuparameetrite areng inhibeeritud on olnud, on liiga lühike treeningperiood (Kraemer, Häkkinen, 2002). Meie uuringutulemused seda väidet ei kinnita, sest juba ainult 2-nädalase treeningperioodi järgselt oli osalejate jalapressi 1 KM suurenenud. Treeningperioodi pikkust arvestades on leitud aga ka vastupidiseid väiteid: kui jõu- ja vastupidavustreeningut kombineeritult sooritada üle 7-10 nädala, võib treeningu tagajärjel tekkida organismis kataboolsete mehhanismide ülekaal, mis omakorda takistab lihashüpertroofia tekkimist ja jõuparameetrite arenemist (Bell jt., 2000).

Uurimustulemused funktsionaalset aeroobset võimekust kajastavate parameetrite osas – VO₂max näitaja ja SLS anaeroobsel lävel – näitasid, et 2-nädalase treeningsükli puhul, kus treeningpäeva lõikes sooritati esimesena jõu arendamisele suunatud treening, antud parameetrid vastavalt kas langesid või näitasid tendentsi langusele (vastavalt joonis 4 ja 5). Kuna uuritava perioodil seisnes vastupidavustreening täiel määral aeroobsel tegevusel (treeningu intensiivsus 5% individuaalsest aeroobsest lävest madalamal), siis on VO₂max langus seletatav

anaeroobse komponendi puudumisega. Näiteks Balabinis jt. (2003) poolt läbiviidud uuringus, kus paralleelselt jõu- ja vastupidavuslikku võimekust treeninute grupp sooritas vastupidavustreeningut erineva intensiivsuse ja pikkusega intervalltreeninguna (8x200 m 85% maksimaalsest SLS-st, 6x100 m, 5x200 m 95% maksimaalsest SLS-st, 4x100 m, 4x200 m täiskiirusel), suurenes uuringus osalejate VO₂max näitaja treeningeelse tasemega võrreldes statistiliselt olulisel määral (12,9%). Toetudes oma uurimistulemustele, võime spekuloida, et meie treening- ja uurimistingimuste puhul võis ilmneda ka kasutatud vastandlike arendatavate võimekuse liikide vastuoluline iseloom, mil jõutreeningus rakendatud koormused avaldasid pidurdavat mõju vastupidavustreeningu potentsiaalse efekti saavutamisele. Varasemalt on uurijad esile toonud, et paralleelselt jõu- ja vastupidavustreeningut sooritades võib üheks saavutusvõime arengut limiteerivaks faktoriks olla võimalik ületreeningu seisundi tekkimine (Hickson 1980; Dudley, Fleck, 1987). On väidetud, et enne vastupidavustreeningut sooritatud jõutreening ei sega vastupidavusliku saavutusvõime arengut. Samas võib suuremahuline jõutreening esile kutsuda nii perifeerse kui tsentraalse väsimuse, mis vähendab hiljem sooritatud vastupidavustreeningu efektiivsust. Seega on vastupidavusliku töövõime arengust lähtuvalt oluline enne vastupidavustreeningut sooritatud jõutreeningu maht (De Souza jt., 2011).

Joonis 6 kajastab meie poolt läbiviidud uuringu tulemusi vaatlusaluste funktsionaalse võimekuse kohta läbi töövõime taseme anaeroobsel lävel. Tulemused näitavad, et 2-nädalase treeningperioodi järgselt saabus mõlemas uuritavas grupis anaeroobne lävi suuremal jooksukiirusel (ehk vaatlusaluste võime sooritada kehalist tööd aeroobses energiatootmisrežiimis oli tõusnud). Statistiliselt oluliselt ilmnis antud muutus aga ainult vaatlusaluste puhul, kes sooritasid treeningpäeva lõikes esimesena jõutreeningu ning selle järgselt vastupidavustreeningu. Seega, lähtudes kardiorespiratoorsete parameetrite muutusest, näitavad meie poolt saadud tulemused, et uuringus osalenud vaatlusalustel avaldus vastupidavustreeningu efektiivsus saavutusvõime arengust lähtuvalt treeningrežiimi puhul, kus vastupidavust arendati päevases treeningsüklis pärast jõutreeningut.

Käesoleva magistritöö raames pole aga võimalik hinnata, kas tõus anaeroobse töövõime osas oleks olnud samasugune ka ainult vastupidavustreeningut sooritades. On leitud, et kui jalgratturid asendavad osa oma tavapäraseid vastupidavustreeninguid plahvatusliku iseloomuga jõutreeningutega (4 seeriat, 30 kordust, väike vastupanu),

jääb sportlaste veloergomeetrial sooritatud 30-sekundilise anaeroobset töövõimet iseloomustava testi tulemused võistlushooaja vältel muutumatuks. Samas kui ainult vastupidavustreeningut sooritanud grupis antud testi tulemused langesid. Seega väidavad antud uuringu autorid, et anaeroobse töövõime säilitamiseks ja parandamiseks peaks vastupidavustreeningule lisama ka jõu arengule suunatud treeningkoormused (Bastiaans jt., 2001).

Joonistel 7, 8 ja 9 on kajastatud meie uuringu tulemusi valkude ainevahetust stimuleeriva kasvufaktori ja tema bioloogilise kompleksi osade kohta (vastavalt IGF-1 ja IGF-BP3). Kirjanduse andmed näitavad, et IGF-1 anaboolne ehk kudede kasvu stimuleeriv toime avaldub komplekselt läbi katalüüsivate ja inhibeerivate mehhanismide (Weigl, 2012). Uuringutes on leitud, et vastupidavusliku iseloomuga koormus kutsub lihasrakkudes esile protsesside kaskaadi, mille mõju avaldub anaboolsete protsesside inhibeerumises, avaldades seeläbi olulist mõju saavutusvõime arengule lihasmassi juurdekasvu ja jõunäitajate paranemist silmas pidades (Nader, Esser, 2001). Meie katsetulemused kinnitavad kaudselt eeltoodud seisukohta: uuritavate grupis, kus treeningpäeva lõikes toimus hommikul aeroobses režiimis vastupidavuslike võimete arendamine ning õhtul jõutreening, ei muutunud 2-nädalase treeningperioodi tulemusena IGF-1 kontsentratsioon veres (joonis 7). Küll aga tõusis IGF-1 kontsentratsioon treeningrežiimi puhul, kus hommikul viidi läbi jõutreening ning sellele järgnes õhtune aeroobses tsoonis vastupidavustreening (joonis 7).

On teada, et tsirkuleeriva IGF-1 vaba ehk bioloogiliselt aktiivne osa moodustab umbes 2% kogu tsirkuleerivast IGF-1-st. Et selgitada IGF-1 kontsentratsiooni muutuste bioloogilist olulisust, määrasime oma uuringus IGF-1 siduva valgu, IGF-BP3 kontsentratsiooni (seob umbes 80% kogu IGF-1-st molaarses suhtes 1:1) (Faupel-Badger jt., 2009). Meie tulemused näitasid, et treeninggrupis, kus treeningpäevade lõikes sooritati esimesena jõutreening ning sellele järgnes vastupidavustreening, tõusis IGF-1 kontsentratsioon 12,6% ja IGF-BP3 kontsentratsioon 7,9%, mis lubab spekuloida rakendatud treeningrežiimi efektiivsuse üle anaboolsete protsesside avaldumise suhtes. Kuna meie poolt läbiviidud uuringud vältasid vaid 2 nädalat, ei ilmnunud IGF-1/IGF-BP3 molaarses suhtes statistiliselt olulisi muutusi, küll aga esines tendents nimetatud suhte arvu tõusule (joonis 8). See kajastab vaba IGF-1 osakaalu suurenemist tsirkulatsioonis rakendatud treeningrežiimi mõjul.

8. JÄRELDUSED

Vastavalt püstitatud uurimisülesannetele ja töö teostamise käigus saadud tulemustele, saame teha alljärgnevad järeldused:

1. jõu ja vastupidavuse paralleelse arendamise efektiivsus saavutusvõimet kajastavate funktsionaalsete näitajate suhtes väljendub enam treeningprogrammi puhul, kus treeningpäeva lõikes toimub esimesena jõutreening ning sellele järgneb vastupidavusliku võimekuse arendamine;
2. jõu- ja vastupidavustreeningu paralleelne kasutamine treeningprogrammis tõstab IGF-1 kontsentratsiooni veres ja kutsub esile tendentsi IGF-BP3 kontsentratsiooni tõusule juhul, kui treeningpäeva lõikes on esikohal jõutreening ning sellele järgneb vastupidavusliku võimekuse arendamine;
3. jõu ja vastupidavuse paralleelse arendamise tagajärjel esineb tendents IGF-1/IGF-BP3 molaarse suhte tõusule, kui treeningpäeva lõikes sooritatakse esimesena jõutreening ning sellele järgneb vastupidavustreening.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abdelkrim N. B., Castagna C., El Fazaa S., El Ati J. The effect of player's standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010; 24:2652-2662.
2. Abdelkrim N. B., Saloua E. F., Jalila E. A. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine* 2007; 41:69-75.
3. Adams G. R. Role of insulin-like growth factor-1 in the regulation of the skeletal muscle adaptation to increased loading. *Exercise and Sport Science Reviews* 1998; 26:31-60.
4. Balabinis C. P., Sarakis C. H. P., Moukas M., Vassiliou M. P., Ehrakis P. K. B. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17:393-401.
5. Bastiaans J. J., van Diemen A. B. J. P., Veneberg T., Jeukendrup A. E. The effects of replacing a portion of endurance training by explosive strength training on performance in trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology* 2001; 86:79-84.
6. Bell G. J., Syrotuik D., Martin T. P., Burnham R., Quinney H. A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *European Journal of Applied Physiology* 2000; 81:418-427.
7. Bompa T. O. Periodization. Theory and methodology of training. Human Kinetics, 1999.
8. Claramunt C., Guzman I., Sole J., Balague N., Hristovski R. Aerobic training does not improve competitive performance in young elite basketball players. *Ugdymas. Kuno Kultura. Sportas* 2011; 1:3-10.
9. Cormery B., Marcil M., Bouvard M. Rule change incidence of physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year period investigation. *British Journal of Sports Medicine* 2008; 42:25-30.
10. Crisafulli A., Melis F., Tocco F., Lanconi P., Lai C., Concu A. External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2002; 42:409-417.

11. De Souza E. O., Rosa L. F. C., de Oliveira Pires F., Wilson J., Franchini E., Tricoli V., Ugrinowitsch C. The acute effects of varying strength exercise bouts on 5km running. *Journal of Sports Science and Medicine* 2011; 10:565-570.
12. Docherty D., Sporer B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Medicine* 2000; 30:385-394.
13. Dowling R. J. O., Topisirovic I., Fonseca B. D., Sonenberg N. Dissecting the role of mTOR: lessons from mTOR inhibitors. *Biochimica et Biophysica Acta* 2010; 1804:433-439.
14. Drinkwater E. J., Pyne D. P., McKenna M. J. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine* 2008; 38:565-578.
15. Dudley G. A., Fleck S. J. Strength and endurance training. Are they mutually exclusive? *Sports Medicine* 1987; 4:79-85.
16. Faupel-Badger J. M., Berrigan D., Ballard-Barbash R., Potischman N. Anthropometric correlates of insulin-like growth factor 1 (IGF-1) and IGF binding protein-3 (IGF-BP3) levels by race/ethnicity and gender. *Annals of Epidemiology* 2009; 19:841-849.
17. FIBA (Federation Internationale de Basketball). <http://www.fiba.com/pages/eng/fc/FIBA/quicFact/p/openNodeIDs/889/selectNodeID/889/quicFacts.html>, 12.12.2011.
18. Hawley J. A. Adaptations of skeletal muscle to prolonged, intense endurance training. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 2002; 29:218-222.
19. Hendrickson N. R., Sharp M. A., Alemany J. A., Walker L. A., Harman E. A., Spiering B. A., Hatfield D. L., Yamamoto L. M., Maresh C. M., Kraemer W. J., Nindl B. C. Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology* 2010; 109:1197-1208.
20. Hickson R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance 1980; 45:255-263.
21. Hoffman J. Endurance training. *Physiological aspects of sport training and performance. Human Kinetics*, 2002.

22. Hoffman J. R., Fry A. C., Howard R. Strength, speed and endurance changes during the course of a division 1 basketball season. *Journal of Applied Sport Science Research* 1991; 5:144-149.
23. Holmberg P. M. Preseason preparatory training for a division 3 women's college basketball team. *Strength and Conditioning Journal* 2010; 32:42-54.
24. Häkkinen K., Alen M., Kraemer W. J., Gorostiaga E., Izquierdo M., Rusko H., Mikkola J., Häkkinen A., Valkeinen H., Kaarakainen E., Romu S., Erole V., Ahtiainen J., Paavolainen L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology* 2003; 89:42-52.
25. Janz J., Dietz C., Malone M. Training explosiveness: weightlifting and beyond. *Strength and Conditioning Journal* 2008; 30:14-22.
26. Jensen T. E., Wojtaszewski J. F. P., Richter A. AMP-activated protein kinase in contraction regulation of skeletal muscle metabolism: necessary and/or sufficient? *Acta Physiologica* 2009; 196:155-174.
27. Jürimäe J., Mäestu J. *Treeninguõpetus*. Tartu Ülikooli kirjastus, 2011.
28. Karagounis L. G., Hawley J. A. Skeletal muscle: increasing the size of the locomotor cell. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology* 2010; 42:1376-1379.
29. King J. A., Cipriani D. J. Comparing preseason frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010; 24:2109-2114.
30. Kraemer W. J., Häkkinen K. *Strength training for sport*. Blackwell Science, 2002.
31. Kraemer W. J., Patton J. F., Gordon S. E., Harman E. A., Deschenes M. R., Reynolds K., Newton R. U., Travis Triplett N., Dziados J. E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology* 1995; 78:976-989.
32. Laios A., Theodorakis N. The pre-season training of professional basketball teams in Greece. *International Sports Journal* 2002; 6:146-152.
33. Laplaud D., Hug F., Menier R. Training-induced changes in aerobic aptitudes of professional basketball players. *International Journal of Sports Medicine* 2004; 25:103-108.

34. Leveritt M., Abernethy P. J., Barry B., Logan P. A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17:503-508.
35. Litkowycz R., Kazimierz M., Zajac A., Goralczyk R. Speed and anaerobic fitness in elite junior basketball players during a pre-competition mesocycle. *Studies in Physical Culuture and Tourism* 2008; 15:67-72.
36. MacDougall J. D., Gibala M. J., Tarnopolsky M. A., MacDonald S. A., Interisano S. A., Yaresheski K. E. The time course of elevated muscle protein synthesis following heavy resistance training. *Canadian Journal of Applied Physiology* 1995; 20:480-486.
37. Maffiuletti N. A., Cometti G., Amiridis I. G., Martin A., Pousson M., Chatard J.-C. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *International Journal of Sports Medicine* 2000; 21:437-443.
38. Mahoney D. J., Parise G., Melov S., Safdar A., Tarnopolsky M. A. Analysis of global mRNA expression in human skeletal muscle during recovery from endurance exercise. *The FASEB Journal* 2005; 19:1498-1500.
39. McBride J. M., Triplett-McBride T., Davie A., Newton R. U. The effect of heavy- vs light-load jump squats on the developement of strength, power and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2002, 16:75-82.
40. McInnes S. E., Carlson J. S., Jones C. J., McKenna M. J. The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science* 1999; 13:387-397.
41. Morimoto L. M., Newcomb P. A., White E., Bigler J., Potter J. D. Variation in plasma insuline-like growth factor-1 and insuline-like growth factor binding protein-3: genetic factors. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention* 2005; 14:1394-1401.
42. Nader G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2006; 38:1965-1970.
43. Nader G. A., Esser K. A. Intracellular signaling specificity in skeletal muscle in response to different modes of excercise. *Journal of Applied Physiology* 2001; 90:1936-1942.

44. Nindl B. C. Insuline-like growth factor-1 as a candidate metabolic biomarker: military relevance and future directions for measurements. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2009; 3:371-376.
45. Phillips S. M., Tipton K. D., Aarsland A., Wolf S. E., Wolfe R. R. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism* 1997; 273:99-107.
46. Rebane R. Noorkorvpallurite aeroobse-anaeroobse võimekuse eripärad ning seosed intensiivse ettevalmistustsükliga. Tartu Ülikool. Tartu 2009.
47. Richter E. A., Ruderman N. B. AMPK and the biochemistry of exercise: implication for human health and disease. *Biochemistry Journal* 2009; 418:261-275.
48. Santos E. J. A. M., Janeira M. A. A. S. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22:903-909.
49. Trninic S., Dizdar D. System of the performance evaluation criteria weighted per positions in the basketball game. *Collegium Antropologicum* 2000; 1:217-234.
50. Weigl L. G. Lost in translation: regulation of skeletal muscle protein synthesis. *Current Opinion in Pharmacology* 2012; 12:1-6.
51. Winder W. W., Hardie D. G., Inactivation of acetyl-CoA carboxylase and activation of AMP-activated protein kinase in muscle during exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism* 1996; 270:299-304.
52. Witczak C. A., Sharoff C. G., Goodyear L. J. AMP-activated protein kinase in skeletal muscle: from structure and localization to its role as a master regulator of cellular metabolism. *Cellular and Molecular Life Sciences* 2008; 65:3737-3755.

SUMMARY

The effect of concurrent strength and endurance training on development of parameters of performance capacity

The adaptation of skeletal muscle to exercise training is specific to the training modality and intensity. It is known, that training for endurance increases aerobic capacity through numerous adaptations at the cardiorespiratory and muscular levels, but can reduce the muscle hypertrophy and strength development and vice versa. Although these two different training modalities seem to be antagonistic, their combination still belongs to the preparation of many sports. One example is basketball, which, according to the game specific, demands from its players high level on endurance, speed and muscle strength.

Thus, the aim of this study was to evaluate and explain the effectiveness of concurrent strength and endurance training on the cardiovascular and muscle strength parameters, concentrating on evaluating the importance of the sequence of different training modalities on daily basis. We also investigated the changes in blood IGF-1 and IGF-BP3 concentrations, which illustrate the intensity of protein synthesis.

Six female basketball players participated in our study. They trained 5 days per week, performed 2 trainings per day for 2 weeks. The participants were divided into two groups: Group 1 trained for endurance in the morning and for strength in the evening; Group 2 trained for strength in the morning and for endurance in the evening. The endurance training was performed as running and strength training consisted of exercises in the gym for the main muscle groups of the whole body. The participants were tested before and after the 2-week training period. VO₂max, heart rate and running speed at anaerobic threshold were measured by running test on treadmill, the strength of *m. quadriceps femoris* was measured as 1 repetition maximum by leg press exercise.

The results of this study show, that both groups had similar gains in strength of *m. quadriceps femoris* (16,4% and 15,5% respectively). We also found significant decrease in VO₂max in second group (trained for strength in the morning and for endurance in the evening). The heart rate at anaerobic threshold didn't change, but the running speed was higher at the anaerobic threshold in both groups (significant increase only in group 2). The concentration of IGF-1 and IGF-BP3 increased

significantly only in group 2. In this group we also found the increased IGF-1/IGF-BP3 molar ratio after 2 weeks of trainings.

In conclusion, considering the muscle strength, endurance and blood parameters, the concurrent strength and endurance training for 2 weeks seems to be more effective, when strength training is performed before endurance training on daily basis.